

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до лабораторної роботи 3**  
**«Побудова дискретно-подієвих моделей у середовищі AnyLogic»**  
**за курсом**  
**«Моделювання систем»**  
**для студентів**  
**спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»,**  
**спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»**

Харків 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до лабораторної роботи № 3  
«Побудова дискретно-подієвих моделей у середовищі AnyLogic»  
за курсом  
«Моделювання систем»

для студентів спеціальностей:

121 – Інженерія програмного забезпечення, спеціалізація Програмне забезпечення систем;

122 – Комп'ютерні науки, спеціалізації - Інформаційні управляючі системи та технології; Управління проектами в сфері інформаційних технологій

Затверджено  
редакційно-видавничою радою  
університету,  
протокол № 2 від 24.05.2018 року

Харків  
НТУ«ХП»  
2018

Методичні вказівки до проведення лабораторних занять за курсом «Моделювання систем» для студентів спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення, спеціалізація – Програмне забезпечення систем; спеціальності 122 – Комп’ютерні науки, спеціалізації – Інформаційні управляючі системи та технології, Управління проектами в сфері інформаційних технологій /укл. – І. П. Гамаюн, С. І. Єршова, А. М. Копп, І. В. Лютенко, К. В. Мельник, О. В. Янголенко – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – 20 с.

Укладачі І. П. Гамаюн,  
С. І. Єршова,  
А. М. Копп,  
І. В. Лютенко,  
К. В. Мельник,  
О. В. Янголенко

Рецензент О. Ю. Чередниченко

Кафедра програмної інженерії та інформаційних технологій управління

## ЗМІСТ

Лабораторна робота № 3 «Побудова дискретно-подієвих моделей у середовищі AnyLogic» .....	6
Мета роботи .....	6
Хід роботи .....	6
1. Розробка дискретно-подієвої моделі десяткового лічильника.....	6
2. Розробка дискретно-подієвої моделі пішохідного переходу .....	10
Завдання на виконання .....	15
Варіанти індивідуальних завдань .....	16
Контрольні питання .....	18
Список літератури .....	19

**Лабораторна робота № 3**  
**«ПОБУДОВА ДИСКРЕТНО-ПОДІЄВИХ МОДЕЛЕЙ У**  
**СЕРЕДОВИЩІ ANYLOGIC»**

**Мета роботи**

Метою роботи є:

- навчитися створювати нові класи активних об'єктів;
- навчитися працювати з портами, подіями та повідомленнями;
- навчитися розробляти діаграмами станів, створювати ієрархічні стани та реалізовувати обмін повідомленнями між діаграмами.

**Хід роботи**

**1 Розробка дискретно-подієвої моделі десятикового лічильника**

**1.1 Створення активного об'єкту лічильника**

Необхідно побудувати модель трьохрозрядного десятикового лічильника, що працює від імпульсного генератора.

Для реалізації моделі необхідно побудувати генератор, що працює із заданою частотою, а також три однакових десятикових розряди лічильника.

Необхідно створити новий проект DCounter, кореневий об'єкт назвати Model.

Створити за допомогою меню **Створити/Клас активного об'єкту** новий активний об'єкт Gen. Даний об'єкт повинен надсилати повідомлення першому розряду лічильника з заданою частотою. Для цього необхідно створити **Подію**, що знаходиться у палітрі **Агент**. У вікні властивостей події встановити **Циклічний Режим**. **Період** повинен бути встановлений  $1 / frequency$ . Параметр моделі *frequency* потрібно створити зі значенням за замовченням 2.

Презентація генератору створюється за допомогою прямокутника шириною 80 та висотою 100. Колір прямокутника встановити жовтим, колір лінії – червоним. Імпульс відобразити за допомогою елементу **Ломана**. Для

того, щоб зробити створені об'єкти значком активного об'єкту, необхідно виділити їх та встановити параметр **Значок** панелі **Властивості**. (рис. 3.1):

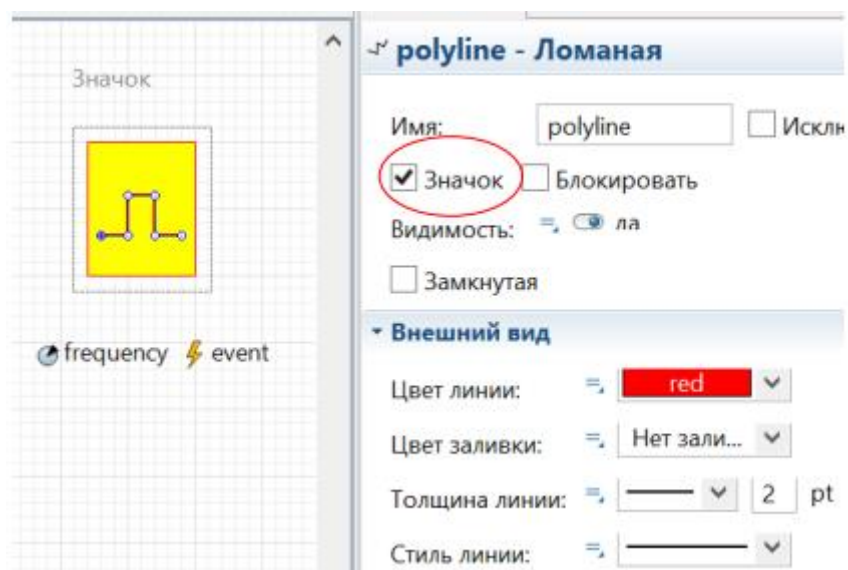


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд генератору

Елемент **Порт** з палітри **Основна** необхідно помістити на ліву сторону жовтого прямокутника і назвати його *tick*. Через цей порт екземпляр класу активного об'єкту Gen зможе надсилати та приймати повідомлення від інших активних об'єктів.

Для реалізації надсилання повідомлення в поле **Дія** вікна властивостей **Події** елементу event необхідно ввести *tick.send(new Object());*.

## 1.2 Створення активного об'єкту розряду

Тепер необхідно створити ще один клас активного об'єкту Counter, що буде моделювати розряд десяткового лічильника. Він повинен мати один цілий параметр *n* з початковим значенням 0, в якому буде зберігатися значення даного розряду, а два порти *tick* і *overflow*.

Розряд лічильнику представляється у вигляді прямокутника з цифрою розряду усередині. На діаграмі класу Counter необхідно намалювати прямокутник 60x100. Його колір та колір рамки повинен бути чорним. Цифра представляється у вигляді текстового символу, що має шрифт Sans Serif,

розмір 72, колір жовтий. В якості динамічного значення поля **Текст** необхідно встановити змінну *n*. У властивостях тексту та прямокутника необхідно встановити параметр **Значок** (рис. 3.2):

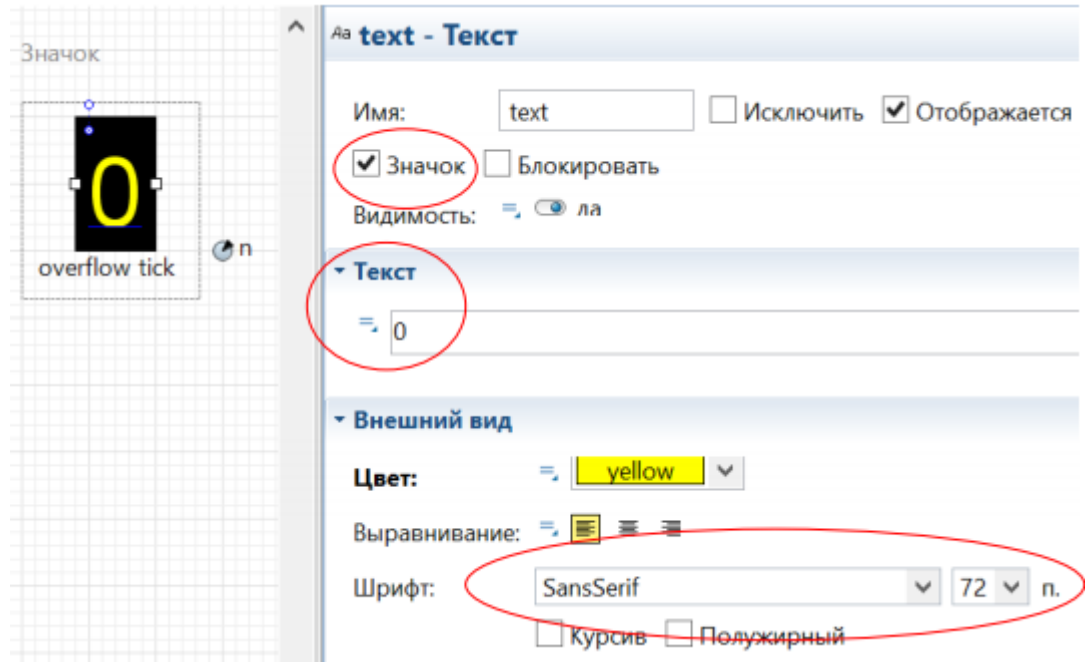


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд розряду лічильника

На діаграмі класу Counter необхідно створити два порти tick та overflow (рис. 3.2). У властивостях порту tick у полі **Дія при отриманні** необхідно записати код обробки повідомлень (рис. 3.3):

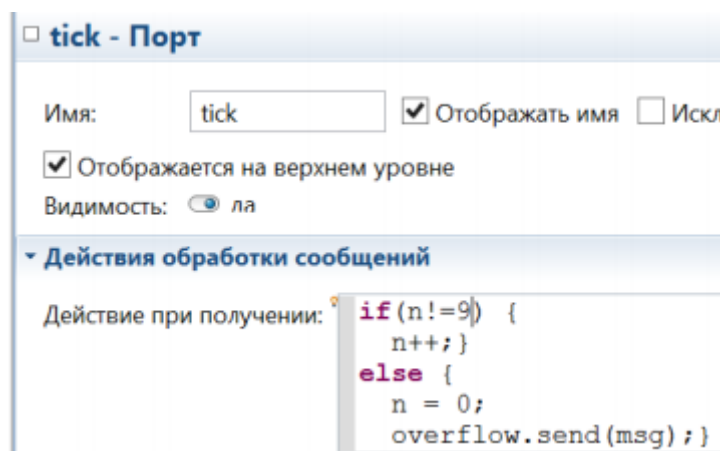


Рисунок 3.3 – Властивості порту tick

Таким чином, через порт overflow буде передаватися кожне десяте повідомлення отримане у порт tick.

### 1.3 Визначення структури кореневого об'єкту

Структура кореневого об'єкту Model повинна містити один екземпляр Gen та три екземпляри Counter, з'єднаних лініями, що поєднують відповідні порти (рис. 3.4):

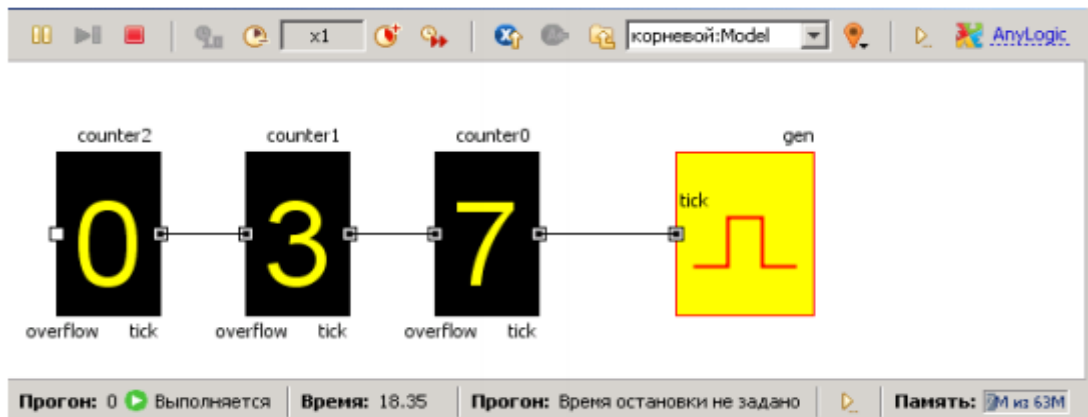


Рисунок 3.4 – Виконання створеної моделі

Для створення презентації моделі потрібно додати елементи опису та інтерактивності. До моделі необхідно додати опис та слайдер, що регулює частоту генератора *frequency* (рис. 3.5):

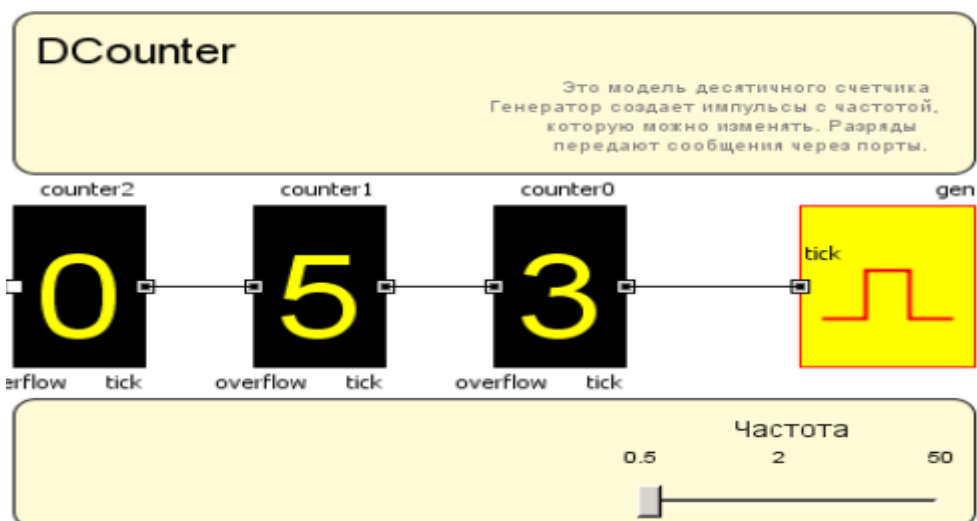


Рисунок 3.5 – Презентація моделі лічильника



Запустити створену модель на виконання. Провести експерименти за допомогою слайдеру.

## 2 Розробка дискретно-подієвої моделі пішохідного переходу

### 2.1 Створення діаграми станів для автомобілів

Побудуємо модель пішохідного переходу зі світлофором, який дозволяє або забороняє рух транспорту. Початковий стан світлофору *рух* (зелений), далі світлофор переходить у стан *увага* (блимаючий зелений), далі *повільно* (жовтий), *стоп* (червоний) та *приготуватися* (червоний та жовтий горять одночасно).

Для цього необхідно створити новий проект TrafficLight, клас кореневого активного об'єкту назвати Model. На діаграмі класу Model побудувати діаграму станів, використовуючи елементи з панелі **Діаграма станів** (рис. 3.6):



Рисунок 3.6 – Діаграма станів для автомобілів

Задамо наступні умови спрацьовування переходів:

- 1) у стані *рух* світлофор знаходиться 10 секунд;
- 2) 7 секунд зелений сигнал блимає;
- 3) у стані *повільно* 4 секунди горить жовтий;
- 4) протягом 10 секунд рух заборонено;
- 5) 4 секунди світлофор знаходиться у стані *приготуватися*.

Умови спрацьовування задаються у властивостях переходів за допомогою поля **По таймауту** (рис. 3.7):

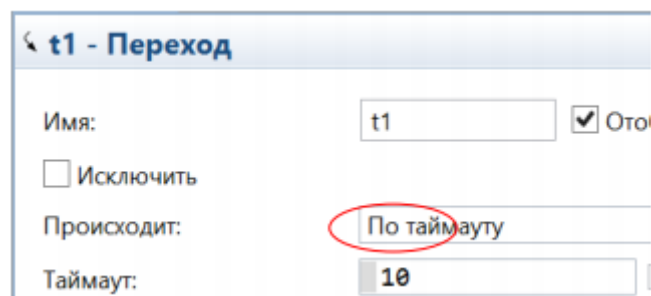


Рисунок 3.7 – Налаштування умови спрацьовування переходу

На діаграмі об'єкту необхідно створити три параметри логічного типу: *червоний*, *жовтий* та *зелений*, що будуть приймати істинне значення, коли спрацьовує відповідний сигнал світлофору.

У властивостях стану *рух* в полі Дія при вході необхідно записати *зелений = true;*, а в полі Дія при виході записати *зелений = false;* (рис. 3.8):

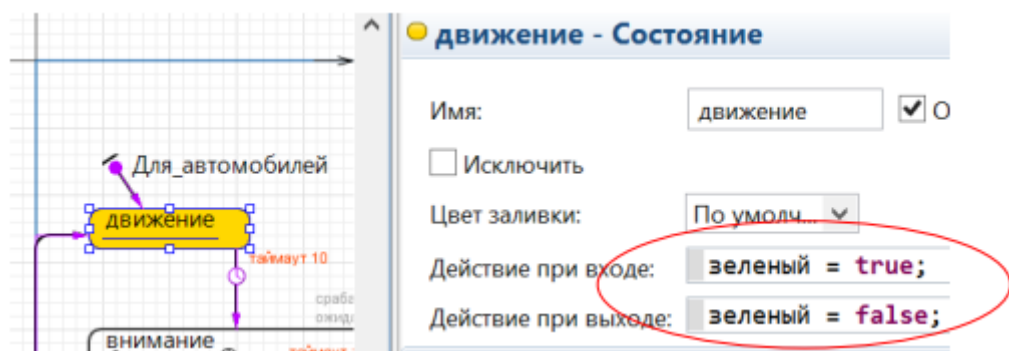


Рисунок 3.8 – Налаштування стану *рух*

Те ж саме необхідно записати для стану В гіперстану *увага*, а для стану А дані поля необхідно залишити порожніми. При вході до стану *повільно* необхідно вмикати жовтий сигнал, а при виході – вимикати. Для стану *стоп* можна аналогічно описати червоний сигнал. Для стану *приготуватися* обидва параметри *червоний* та *жовтий* необхідно вмикати при вході та вимикати при виході.

Презентація моделі створюється у тій самій діаграмі, що й діаграма станів (рис. 3.9). Графічні об'єкти кольору сигналів світлофору в презентації мають динамічні параметри, решта – статичні. Динамічні значення кольору сигналів світлофору необхідно встановити за допомогою виразів мовою Java, наприклад *червоний ? red : gray*:

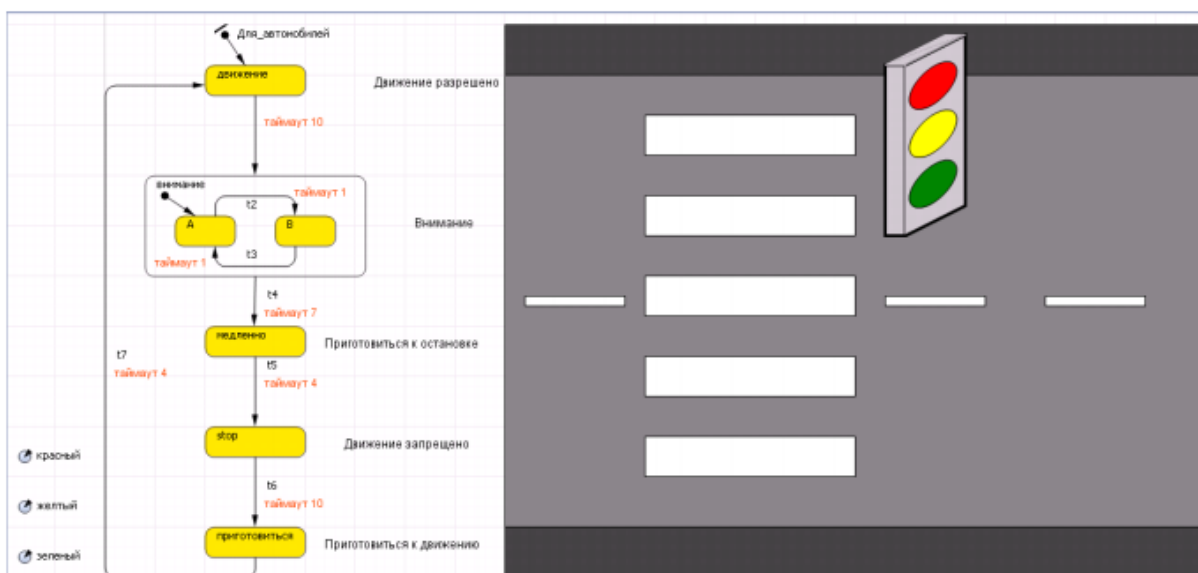


Рисунок 3.9 – Презентація моделі пішохідного переходу

## 2.2 Створення діаграми станів для пішоходів

Світлофор для пішоходів матиме два сигнали, зелений та червоний, а також три стани: *йдіть* (зелений), *увага* (блимаючий зелений) та *стійте* (червоний). До моделі необхідно додати два логічних параметри *стійте* та *йдіть*. Діаграму станів створимо на тій же діаграмі класу Model (рис. 3.10):

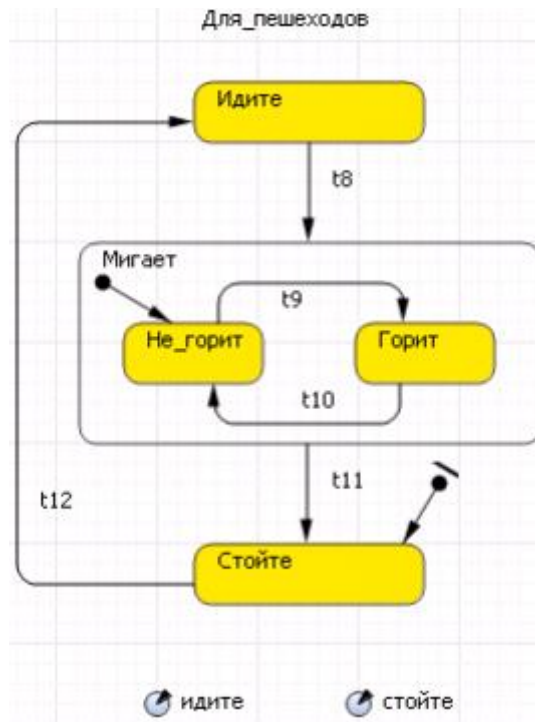


Рисунок 3.10 – Діаграма станів для пішоходів

### 2.3 Синхронізація діаграм станів за допомогою повідомлень

Діаграми станів автомобілів та пішоходів необхідно синхронізувати за допомогою сигналів *АВТОМОБІЛІ* та *ПІШОХОДИ*. У діаграмі станів для пішоходів перехід *t12* буде спрацьовувати коли отримано сигнал *ПІШОХОДИ*, який буде згенеровано у діаграмі станів для автомобілів при переході *t5* до стану *stop*. В свою чергу, у діаграмі станів для автомобілів перехід *t6* буде спрацьовувати коли отримано сигнал *АВТОМОБІЛІ*, який генерується у діаграмі станів для пішоходів при переході *t11* до стану *стійте*.

У поле **Дія** переходу *t5* діаграми станів для автомобілів необхідно ввести команду *Для\_пішоходів.fireEvent("ПІШОХОДИ")*, у теж саме поле переходу *t11* діаграми станів для пішоходів необхідно ввести команду *Для\_автомобілів.fireEvent("АВТОМОБІЛІ")*.

Для спрацьовування переходу діаграми станів при отриманні необхідного повідомлення, у діаграмі станів для пішоходів у полі **Відбувається** вікна властивостей переходу *t12* треба обрати варіант **При**

**отриманні повідомлення**, вказати тип String, а у полі **Здійснювати перехід** обрати *При отриманні заданого повідомлення* та ввести “ПІШОХОДИ”.

Аналогічно, для спрацьовування переходу діаграми станів для автомобілів по сигналу від діаграми станів для пішоходів, у діаграмі станів для автомобілів у полі **Відбувається** вікна властивостей переходу *то* треба обрати варіант **При отриманні повідомлення**, вказати тип String, а у полі **Здійснювати перехід** обрати *При отриманні заданого повідомлення* та ввести “АВТОМОБІЛІ”.

На презентації моделі слід також намалювати світлофор для пішоходів, динамікою кольорів якого будуть управляти логічні параметри *стійте* та *йдіть* (рис. 3.11).

Для створення кнопки, призначеної для зупинки руху автомобілів на деякий час, з палітри **Елементи управління** на діаграму класу необхідно додати елемент **Кнопка**, назвавши її **перехід**. При натисканні на кнопку логічний параметр *очікування* повинен ставати істинним. Значення *false* даний параметр буде отримувати кожного разу, коли пішохідний світлофор перейде до стану *блимає* (рис 3.11):

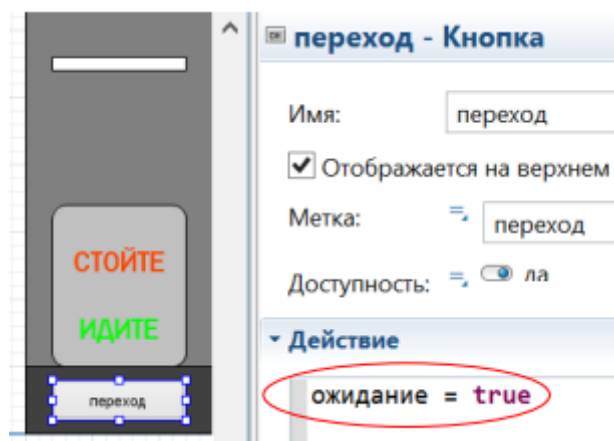


Рисунок 3.11 – Пішохідний світлофор

Для запобігання постійного натискання кнопки **перехід**, стан *рух* необхідно зробити ієрархічним з двома простими станами *безперервний* та

звичайний. У стані *безперервний* автомобілі будуть рухатися 10 секунд, а після світлофор перейде у *звичайний* стан руху, що може перериватися. Перехід зі стану *звичайний* спрацює коли буде натиснуто кнопку **перехід**. Якщо кнопка **перехід** не натиснута, автомобілі будуть продовжувати рух до натискання цієї кнопки (рис. 3.12):

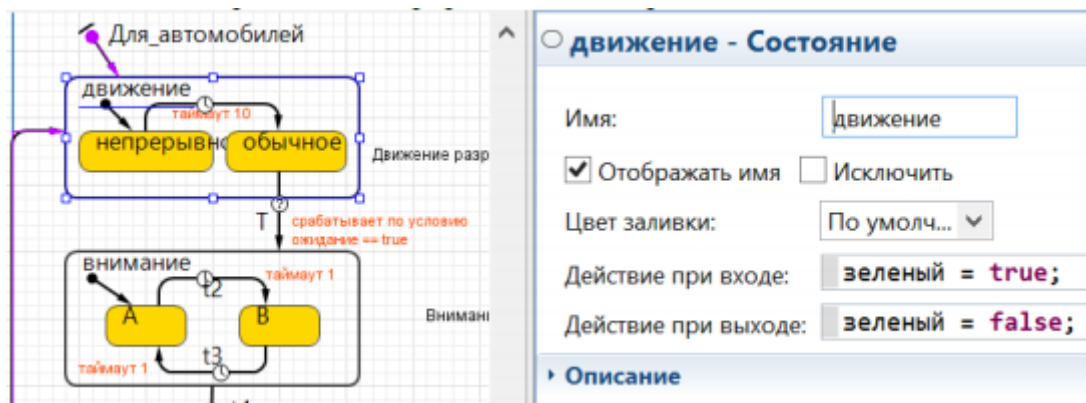


Рисунок 3.12 – Налаштування діаграми станів

Запустити створену модель на виконання.

### Завдання на виконання

- 1 Ознайомитися з об'єктами моделювання.
- 2 Провести моделювання функціонування об'єктів.
- 3 Розробити презентації імітаційних моделей лічильника та пішохідного переходу.
- 4 Проаналізувати результати моделювання.
- 5 Розробити звіт до лабораторної роботи, який повинен містити короткий опис ходу роботи та результати експериментів з імітаційними моделями:
  - десяткового лічильника;
  - пішохідного переходу.
- 6 Виконати індивідуальне завдання відповідно до варіанту.

### **Варіанти індивідуальних завдань:**

1) змініть модель таким чином, щоб лічильник починав рахунок з довільного числа; додайте в модель змінну, яка буде приймати значення, що показуються лічильником; змініть модель світлофора з кнопкою таким чином, щоб моделювалося автоматичне натискання кнопки ПЕРЕХІД в випадкові моменти часу в інтервалі від 5 секунд до 1 хвилини;

2) змініть модель таким чином, щоб лічильник працював на спадання з певного числа; змініть модель автоматичного світлофора таким чином, щоб по кнопці НІЧ включався режим миготіння жовтого світла, а по кнопці ДЕНЬ світлофор переходив в нормальний режим роботи; змініть модель світлофора з кнопкою таким чином, щоб по кнопці ВИКЛ світлофор вимикався (все сіре), а по кнопці ВКЛ світлофор переходив в нормальний режим роботи;

3) змініть презентацію моделі таким чином, щоб парні цифри показувалися одним кольором, а непарні – іншим; змініть модель таким чином, щоб паралельно основному лічильнику працював другий лічильник, який рахує кожен сьомий імпульс; змініть презентацію моделі таким чином, щоб поруч зі світлофором висвічувався час в секундах, що залишився до зміни сигналу;

4) змініть презентацію моделі таким чином, щоб цифри блимали з частотою, яку можна змінювати слайдером; змініть презентацію моделі таким чином, щоб поруч зі світлофором висвічувався час в секундах, який минув від зміни сигналу; змініть модель автоматичного світлофора таким чином, щоб по кнопці СТОП включалося червоне світло у всіх світлофорах, а по кнопці РУХ світлофор переходив в нормальний режим роботи;

5) змініть модель таким чином, щоб колір фону при значеннях розряду лічильника = 0 був червоним, а при інших – синім; змініть модель таким чином, щоб паралельно основному лічильнику працював другий лічильник, який рахує кожен парний імпульс; змініть модель таким чином, щоб регулювався рух двох пересічних дорожніх потоків в автоматичному режимі (без кнопки), тобто модель двох триколірних світлофорів з такою

послідовністю сигналів: зелений – зелений миготливий – жовтий – червоний – (червоний + жовтий) – зелений;

б) змініть модель таким чином, щоб паралельно основному – десятковому лічильнику, працював двійковий; змініть модель світлофора з кнопкою таким чином, щоб пішохід бачив, натиснута вже кнопка чи ні, наприклад, за допомогою напису; змініть модель таким чином, щоб моделювати залізничний переїзд: по кнопці ПОТЯГ включається сигнал і через 5 сек. починає блимати здвоєний червоний світлофор (поперемінно правий – лівий), ще через 5 сек. опускається шлагбаум, а після закінчення випадкового проміжку часу в діапазоні від 30 до 60 сек. (проходження поїзда), переїзд переводиться в початковий стан;

7) змініть модель таким чином, щоб графічне зображення імпульсу генератора миготіло синхронно генерації «тиків»; змініть модель таким чином, щоб лічильник працював на спадання; змініть модель таким чином, щоб 3-х кольоровий світлофор переключався в напівавтоматичному режимі після натискання кнопок регулювальником: по кнопці ЧЕРВОНИЙ починає блимати зелене світло, потім запалюється жовтий і через кілька сек. – червоний; по кнопці ЗЕЛЕНИЙ запалюється одночасно червоний і жовтий, потім горить зелений;

8) змініть модель таким чином, щоб генератор створював «тики» в випадкові моменти часу; змініть модель таким чином, щоб частота миготіння зеленого світла регулювалася за допомогою слайдера; змініть модель автоматичного світлофора автомобілів і пішоходів (без кнопки), видаливши переходи по сигналу і підберіть відповідні таймаути для узгодженої роботи світлофорів;

9) змініть презентацію моделі таким чином, щоб кожна цифра лічильника показувалася своїм кольором; додайте ще один розряд до лічильника; змініть модель світлофора з кнопкою таким чином, щоб за допомогою слайдера можна було регулювати час, через який повторне



натискання кнопки ПЕРЕХІД призведе до перемикання світлофора автомобілів в режим очікування;

9) додайте другий лічильник, який працює разом з першим від одного генератора; змініть модель таким чином, щоб час, протягом якого дозволено рух автомобілів, був 15 секунд і перед закінченням заборонного сигналу автомобілів блимало червоне світло; змініть модель таким чином, щоб час, протягом якого дозволено рух пішоходів, був 10 секунд і перед закінченням заборонного сигналу пішоходам блимало червоне світло.

### **Контрольні питання:**

- 1) Як створити новий клас активного об'єкту?
- 2) Як встановити період виникнення події?
- 3) Як реалізувати відправку повідомлення з порту при виникненні деякої події?
- 4) Як налаштувати обробку повідомлень, які отримує порт?
- 5) Елементи якої панелі використовуються для побудови діаграми станів? Які це елементи?
- 6) Як встановити таймаут спрацьовування переходу?
- 7) Як налаштувати дії станів?
- 8) Яким чином можна реалізувати динамічне значення кольору презентаційного елементу?
- 9) Яким чином здійснюється обмін повідомленнями між діаграмами станів?
- 10) Що таке ієрархічний стан? Як його створити?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Осоргин А. Е. AnyLogic 7. Лабораторный практикум / А. Е. Осоргин. – Самара: ПГК, 2015. – 115 с.

2 Григорьев И. AnyLogic за 3 дня. Практическое пособие по имитационному моделированию [Электронный ресурс] / И. Григорьев. – Режим доступа: <http://simulation.su/uploads/files/default/2017-uch-posob-grigoriev-anylogic.pdf> , 28.04.18.

3 Боев В. Д. Компьютерное моделирование: пособие для курсового и дипломного проектирования / В. Д. Боев, Д. И. Кирик, Р. П. Сыпченко. – СПб.: ВАС, 2011. – 348 с.

4 Боев В. Д. Компьютерное моделирование: пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic 7 / В. Д. Боев. – СПб.: ВАС, 2014. – 432 с.

5 Киселева М. В. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic: учебно-методическое пособие / М. В. Киселева. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. – 88 с.

Навчальне видання

**Методичні вказівки  
до лабораторної роботи 3  
«Побудова дискретно-подієвих моделей у середовищі AnyLogic»  
за курсом «Моделювання систем»  
для студентів  
спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»  
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»**

Укладачі:

**Гамаюн Ігор Петрович  
Єршова Світлана Іванівна  
Копп Андрій Михайлович  
Лютенко Ірина Вікторівна  
Мельник Каріна Володимирівна  
Янголенко Ольга Василівна**

Відповідальний за випуск проф. Годлевський М.Д.

Роботу до друку рекомендував проф. Горілий О.В.

В авторській редакції

План 2018 р., поз. 141

Підписано до друку 15.06.18. Формат 60 × 84/16. Папір офсетн. № 2.  
Друк – ризографія. Гарнітура New Roman Times. Ум. друк. арк. 0,8.  
Наклад 50 прим. Зам. №

---

Видавничий центр НТУ «ХПІ», 61002, , Харків, вул. Фрунзе, 21  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

---

Електронна версія